

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

**Nástroje integrovaného řízení a supervize
v systémech vzduchotechniky**

**Tools integrated into control and operator supervision
on Heat, Ventilation and Air Conditioning (HVAC)
systems**

Student: Jan Schwarzer

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Lenka Landryová, CSc.
Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra automatizační techniky a řízení

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Schwarzer**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3902R001 Aplikovaná informatika a řízení
Téma: **Nástroje integrovaného řízení a supervize v systémech vzduchotechniky**
Tools Integrated into Control and Operator Supervision in Heat, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) Systems

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši na vybrané výukové moduly z oblasti řízení technologií, zaměřte se na kvalitativní a kvantitativní parametry z hlediska výkladu a posluchače.
2. Seznamte se a prostudujte si případovou studii ABB - HVAC technology.
3. Dále prostudujte možnosti zpracování textu jako výukového modulu ve vybraných prostředích (Adobe-Captivate, Screen-O-Matic, apod.).
4. Navrhněte postup pro zpracování textu, grafiky a hlasového doprovodu k odbornému textu popisujícímu systém vzduchotechniky.
5. Ve zvoleném prostředí zpracujte výukový modul pro HVAC technology.
6. Zhodnoťte dosažené výsledky a navrhněte další postup řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

ASSARLIND, M. Elektronická podpora k výkladům předmětů katedry Quality Sciences, Chalmers University of Technology. 2012. Dostupné z URL <www.futuresme.eu>.
LANDRYOVÁ, L. Učební text předmětu „Procesní systémy“, VŠB-TU Ostrava, 2011, ISBN 978-80-248-2765-0, Dostupné z URL <<http://projekty.fs.vsb.cz/147/ucebniopory/978-80-248-2765-0.pdf>>
FARANA, R., SMUTNÝ, L., VÍTEČEK, A. Zpracování odborných textů z oblasti automatizace a informatiky. 1. vyd. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 1999. 68 s. ISBN 80-7078-737-6.
GEBAUER J. Adobe Captive 5.5, Ostrava. 2011. Dostupné z URL <http://www.person.vsb.cz/cz/kurzy/Captive%205_5%20Strucny%20pruvodce.pdf>.
PAWLENKA M. Případová studie: ABB – HVAC TECHNOLOGY. 2014
KUNEŠ M. Studijní výukové opory: Adobe Captivate. 2008

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Lenka Landryová, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Ing. Renata Wagnerová, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Jan Schwarzer

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было́ сје́днано, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- было́ сје́днано, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

.....

Jan Schwarzer

Makareňkova 514/2

721 00 Ostrava Svinov

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Schwarzer, J. Nástroje integrovaného řízení a supervize v systémech vzduchotechniky. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra automatizační techniky a řízení, 2015, 39 s. Vedoucí práce: Landryová, L.

Cílem bakalářské práce, která se zabývá případovou studií HVAC technology, je vytvořit interaktivní výuku pomocí vhodného vizuálního prostředí. Tato práce se nejprve odkazuje na jiné výukové moduly, dále se zabývá zobecněním případové studie. Poté popisuje možnosti zpracování textu a vytvoření výukového modulu. V závěru jsou zhodnoceny dosavadní výsledky.

Klíčová slova: HVAC technologie, e-learning

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Schwarzer, J. Tools integrated into control and operator supervision on Heat, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) systems. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control Systems and Instrumentation, 2015, 39 p, Thesis head: Landryová L.

The objective of the bachelor thesis, which deals with a case study of HVAC technology, it's to create interactive lessons using appropriate visual program. This thesis refers to other learning modules, discusses the generalization of case studies. Then it describes the options word processing and creating learning module. Finally it evaluates the results.

Key words: HVAC technology, e-learning

Obsah

Symbole a zkratky použité v bakalářském projektu	7
1 Úvod.....	8
2 Případová studie ABB-HVAC technologie	9
2.1 Klapky	9
2.2 Vzduchotechnické jednotky	10
2.3 Konvektorové jednotky s ventilátorem	11
2.4 Ventilátory, čerpadla a motory	11
2.5 Senzory.....	13
2.6 Systémy	14
3 Zpracování textu pro interaktivní výuku	16
3.1 Příklady výukových modulů	16
3.2 Volba nástrojů a prostředí pro zpracování návrhu	18
4 Výukový modul pro HVAC technology	26
4.1 Obsah výukového modulu.....	26
4.2 Vlastnosti výukových videí.....	28
5 Vyhodnocení a zpracování získaných informací od posluchačů	30
6 Zhodnocení dosažené práce	35
Seznam použité literatury	37

Symbole a zkratky použité v bakalářské práci

AFCU	Konvektorová jednotka s ventilátorem pro oblasti
CFCU	Konvektorová jednotka s ventilátorem pro kabiny
DOL	Přímý startér
ESD	Nouzové vypnutí systému
FCU	Konvektorová jednotka
FDLC	Lokální zavření protipožární klapky
FFCU	Konvektorová jednotka s ventilátorem v místnosti s ventilátorem
HVAC	Vytápění, ventilace a klimatizace
MAS	Automatizační systém strojů
PID	Proporcionálně – integračně - derivační
TFCU	Konvektorová jednotka s ventilátorem technických oblastí
VAV	Klapka pro regulaci proudění

1 Úvod

Cílem bakalářské práce je vytvořit interaktivní výukový modul ohledně technologie HVAC (Heat, Ventilation and Air Conditioning), v českém překladu vytápění, ventilace a klimatizace. V jednotlivých částech modulu budou vysvětleny komponenty, které tvoří sub-systémy této technologie s důrazem na jejich funkcionalitu a integraci. Dále testujeme postup, zda zvolit výklad dle analýzy nebo syntézy systému HVAC, který bude pro posluchače zřejmější.

Základní poznatky o této technologii byly shrnuty pomocí případové studie, která tvoří výchozí zdroj informací pro zpracování výukového modulu a vychází rovněž ze zkušeností a znalostí inženýrů při nasazování HVAC technologie v praxi. HVAC technologie dle této studie byla realizována na dvou implementačních projektech. První projekt má název TUI a jedná se o velkou zaoceánskou loď „Mein Schiff 3.“ Druhý projekt s názvem SEVAN je plovoucí plošina, která se využívá jako ubytování pro zaměstnance pracující na ropných plošinách.

Pro výstižnější informování posluchačů bude zpracován projekt, pomocí interaktivního modulu, který bude doplněn o mluvené slovo. Při zpracování modulu budou uplatněny moderní techniky výkladu založené na technologiích, které umožňují využití výukového modulu jak v interaktivním prostředí s učitelem, tak formy e-learningu nebo web prostředí.

Ze zadání projektu vyplývá, že cílovou skupinou pro využívání výukového modulu budou v první řadě posluchači inženýrských studijních programů technických vysokých škol, ale vzhledem ke zvolené formě zpracování může být modul implementován i do rámce školení ve firmě nebo postgraduální vzdělávání zaměstnanců firem, které se zabývají průmyslovou automatizací. I vzhledem k tomuto budou navrhovány a testovány způsoby interpretace textu cílené na skupiny posluchačů.

2 Případová studie ABB-HVAC technologie

HVAC je zkratka slov Heat, Ventilation and Air Conditioning, což v českém překladu znamená vytápění, ventilace a klimatizace.

HVAC technologie zajišťuje vzduch potřebné kvality (teplotu, vlhkost, obsah CO₂ atd.) pomocí výměny vzduchu s okolím. Zkratka pomáhá člověku osvěžit prostředí k lepšímu životnímu standardu.

Použití této technologie lze uplatnit v různých typech budov či v dopravních prostředcích. [Pawlenka, 2014]

Systémový popis

Řídicí systém pro technologii HVAC není samostatný, ale je součástí systému automatizace strojů MAS, a jako takový je do tohoto systému připojen a integrován. MAS a HVAC jsou dostupné na všech operátorských stanicích řídicího systému a tvoří strukturu řízení v architektuře klient-server.

Základní části:

- Klapky
- Vzduchotechnické jednotky
- Konvektorové jednotky s ventilátorem
- Ventilátory, čerpadla a motory
- Senzory
- Systémy

[Pawlenka, 2014]

2.1 Klapky

Klapka je nastavitelné zařízení, které se otevírá a zavírá podle požadovaného proudění vzduchu v systému HVAC.

Typy klapek:

- Kouřové klapky

Slouží jako pasivní protipožární ochrana, která zabraňuje rozšíření kouře do okolních oblastí.

- Protipožární klapky

Při zvětšení teplotní hodnoty jsou aktivovány.

- Klapka pro regulaci proudění (VAV)

Hlavní výhoda pro VAV systémy je levnější nákladnost provozu. Při jednodušších systémech je průtok vzduchu konstantní. Díky regulaci rychlosti ventilátorů nemusí ventilátor mít větší výkon než je potřeba.

[Pawlenka, 2014]

2.2 Vzduchotechnické jednotky

Vzduchotechnická jednotka je součást systému HVAC. Její funkce spočívá v cirkulaci vzduchu v obvodu.

Součástí vzduchotechnických jednotek:

- Filtry
- Topná a chladicí tělesa
- Zvlhčovač
- Směšovací komora
- Ventilátory
- Zařízení pro rekuperaci tepla
- Klapky

Provozní režimy vzduchotechnické jednotky

Vzduchotechnické jednotky mohou být ovládány dvěma způsoby:

Vzdáleně

V režimech Automatický nebo Manuální.

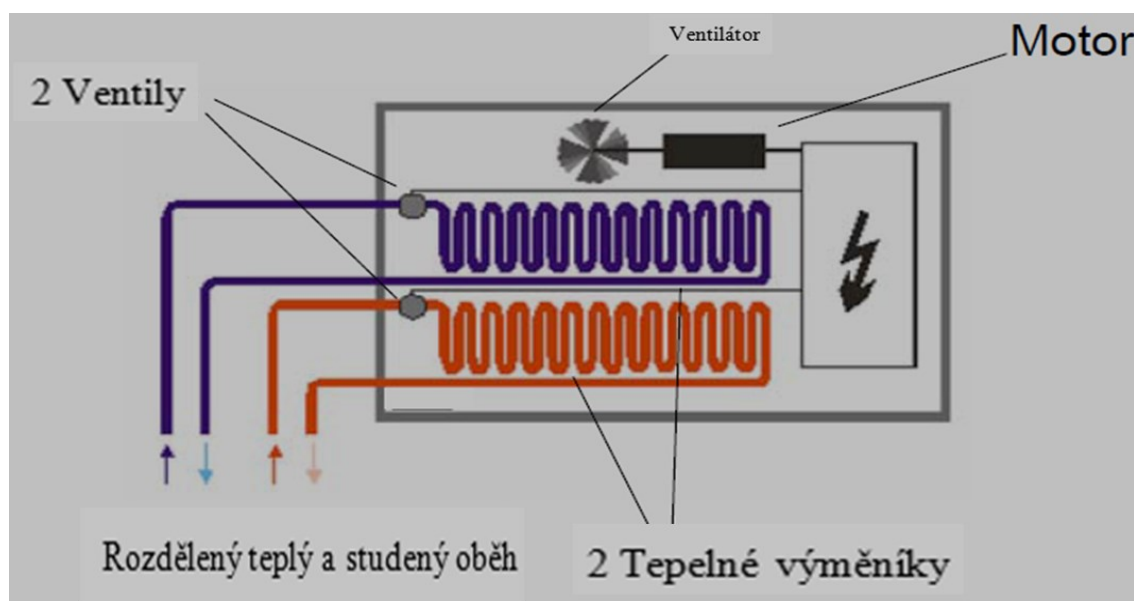
Lokálně

Lze přepnout jen některé zařízení do lokálního ovládání a manipulovat s nimi, aniž by byl narušen chod ostatních zařízení v jednotce.

[Pawlenka, 2014]

2.3 Konvektorové jednotky s ventilátorem

Konvektorové jednotky s ventilátorem (FCU) jsou jednoduchá zařízení skládající se z topné či chladicí spirály a ventilátoru. Jejich funkcí je poskytnout přídavný topný / chladicí výkon recirkulaci vzduchu přes topnou / chladicí spirálu.



Obr. 1 – Konvektorová jednotka s ventilátorem [Pawlenka 2014]

Existuje mnoho druhů konvektorových jednotek s ventilátorem, v závislosti na způsobu použití a jejich umístění (např.: AFCU, FFCU, TFCU, CFCU...)

[Pawlenka, 2014]

2.4 Ventilátory, čerpadla a motory

Přívodní a zpětný ventilátor

Přívodní a zpětné ventilátory jsou schopné udržovat konstantní rychlost a zajišťovat konstantní průtok čerstvého vzduchu do budovy nebo měnit rychlost v závislosti na potřebných vlastnostech v dané oblasti.

Podle rychlosti se ventilátory dělí do dvou hlavních skupin:

- Ventilátory s konstantní rychlostí (poskytované s DOL startérem)
- Ventilátory s proměnnou rychlostí (řízené frekvenčními měniči)

Ventilátory pro chlazení

Funkce těchto ventilátorů je ochlazení chladicí vody v oběhu. Pomocí snímače teploty je vyslán signál, který při vyšší teplotě vody zvýší počet otáček ventilátoru.

Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla přenášejí tepelnou energii z jednoho prostředí do druhého, v obou směrech. Ve chladicím režimu funguje čerpadlo na principu klimatizace. Pokud čerpadlo je nastaveno na topení využívá chladicí cyklus v opačném směru.

Chladicí čerpadla

Chladicí voda cirkuluje mezi výparníkem a chladicí spirálou ve vzduchotechnické jednotce pomocí čerpadel.

Chladicí kondenzační čerpadla

Chladicí voda cirkuluje mezi chladičem a ventilátorem pro chlazení vody pomocí čerpadel.

Chladicí kompresory

Pomocí pohonů s frekvenčními měniči je optimalizována rychlost kompresoru, k dosažení požadavku na chlazení.

Frekvenční měnič ACS800

Frekvenční měniče regulují otáčky podle potřebných parametrů, a tím snižují spotřebu energie

[Pawlenka, 2014]

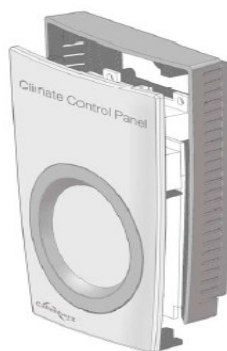


Obr. 2 – Frekvenční měnič ACS800 [Pawlenka, 2014]

2.5 Senzory

Teplotní senzory

Teplotní senzory jsou snímače umístěné v dané oblasti nebo ve výstupním potrubí.



Obr 3 – Senzor teplot místnosti [Pawlenka, 2014]

Teplotní senzor DTS-01 s Modbus rozhraním

Senzor pro vzduchové rozvody / vodní trubky komunikující po sběrnici.

Teplotní senzor RTS-01 s Modbus rozhraním

Senzor pro místnosti s krátkou dobou odezvy měření komunikující po sběrnici.

Senzory tlaku

Většina senzorů tlaku má analogové rozhraní 4-20 mA.



Obr. 4 – Senzor diferenčního tlaku [Pawlenka, 2014]

Senzor diferenčního tlaku DPS-01 s Modbus je vysoce přesný komunikující po sběrnici.

Senzory CO₂

Typicky připojené kabelem v příslušných oblastech nebo ve výstupním potrubí.

Senzory výšky hladiny

Výška hladiny vody v expanzních nádržích je měřena magnetickými plovákovými spínači.

[Pawlenka, 2014]

2.6 Systémy

Systém oběhu vody

Mezi systém oběhu vody patří:

- Systém předpřípravy vody
- Systém ohřevu vody
- Systém chlazení vody

Systém odsávání kouře

Řídicí systém pro HVAC automaticky kontroluje systém odsávání kouře. Systém může být spuštěn manuálně nebo automaticky (pomocí senzorů) a zapne všechny ventilátory a otevře potřebné klapky.

Systém nouzového vypnutí systému (ESD)

Systém nouzového vypnutí běží na vlastním systému

ESD se dělí do 3 skupin:

- Obecné ESD
- ESD odsávání kouře
- ESD ventilace únikové zóny

Systém přetlaku na schodišti

Schodiště většinou slouží jako evakuační cesta při požáru, proto by měla být navržena jako bezkouřová zóna. To je zajištěno větráním pomocí přetlaku.

Aktivní kouřotěsnost

Aktivní kouřotěsnost je jev, který probíhá následujícím způsobem. Pokud je aktivováno tlačítko FDLC, vypne se vzduchotechnická jednotka. ESD se restartuje (pokud bylo aktivováno). Hlavní operátor potom musí obejít aktivována tlačítka FDLC a restartovat vzduchotechnické jednotky.

Regulace teploty

Je měřena senzory v místnosti a upravována konvektorovou jednotkou s ventilátorem. Pomocí PID regulátoru nastavujeme požadavek na ohřev/ochlazení dané místnosti.

[Pawlenka, 2014]

3 Zpracování textu pro interaktivní výuku

Při zpracování výukového textu je nutné zaujmout posluchače. Proto je samozřejmostí vkusná grafika a srozumitelný, jasný projev. Předtím, než přikročíme k návrhu výukového modulu pro HVAC technologie, je určitě vhodné projít několik zpracovaných a používaných modulů, analyzovat prezentovaný výsledek z pohledu samotného výkladu a dojmu, jakým působí, dále pak realizovaného prostředí a použitých nástrojů.

3.1 Příklady výukových modulů

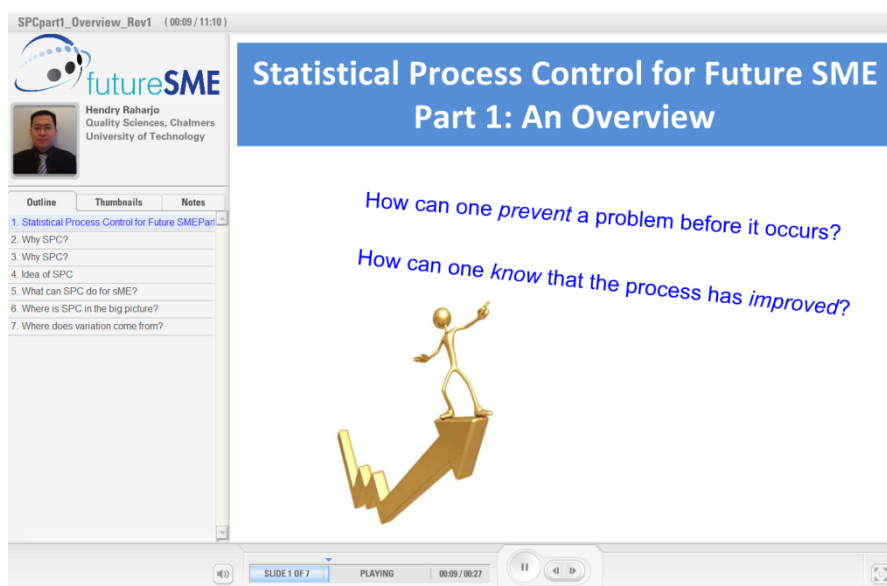
K dispozici, a možná i jako vhodný příklad, nám posloužilo několik výukových modulů zpracovaných na Chalmers University of Technology v rámci mezinárodního projektu FutureSME, jehož partnerem byla i katedra ATŘ. Tyto moduly již byly otestovány během výuky studentů technických univerzit i zaměstnanců malých a středních firem.

[Assarlind, 2009]



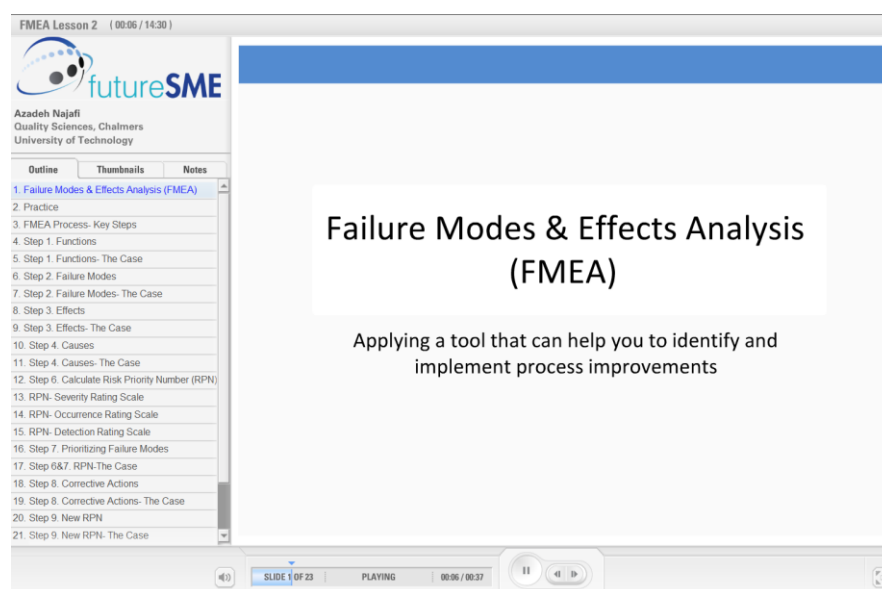
Obr. 5 – FutureSME, Six Sigma Cases

Six Sigma modul, viz. Obr. 5, představuje systematické metody, které si kladou za cíl snížit cenu za horší kvalitu ke spokojenosti zákazníků a zdůrazňují redukci chyb, tak aby byly zanedbatelné. Výukový modul je rozdělen do 3 částí, které jsou rozděleny na úvod a seznámení s problematikou, popsání různých případů v praxi a rozebrání problematiky na jednotlivé složky. Výukový modul je rozdělen do 13 kategorií s celkovou dobou 11 minut a 25 sekund.



Obr. 6 – FutureSME, Statistical Process Control

Téma pro SPC interaktivní výuku, viz. Obr. 6, se zabývá statistickým řízením procesů. Přednášející nejprve vysvětlí pojem a klade dvě otázky, kterými se snaží zaujmout posluchače. Dále vysvětluje proč je důležité se statistickým řízením procesů zabývat. V konečné fázi vysvětluje, v jakém bodě výroby se statistické řízení procesů využije a jaké jsou výhody statistických údajů. Zdejší výukový modul je rozdělen do 7 kategorií a jeho celková délka je 11 minut a 10 sekund.



Obr. 7 – FutureSME, FMEA

Další výukový modul FMEA, viz. Obr. 7, se zabývá analýzou chyb a nástroji, které nám pomáhají k jejich identifikaci. Výukový modul je rozdělen do 22 videí a jeho celková délka je 14 minut a 30 sekund.

V rámci analýzy těchto modulů jsme se zaměřili na tyto oblasti práce na návrhu:

- Vzhled jednotlivých modulů ve spustitelném prostředí
- Členění obsahu do kapitol v rámci jednoho modulu
- Volba textu a návrh grafiky k němu
- Kreslení obrázků a zapracování do textu

Tabulka 1 – Shrnutí poznatků příkladů výukových modulů

Název	Počet kapitol	Průměrná délka jedné kapitoly	Celková délka
Six Sigma Cases	13	0:53	11:25
Statistical Process Control	7	1:35	11:10
FMEA	22	0:40	14:30

K jednotlivým bodům jsme pak zkoumali, které nejvhodnější nástroje použít, aby práce byla efektivní.

3.2 Volba nástrojů a prostředí pro zpracování návrhu

V dnešní době existuje mnoho programů, pomocí nichž lze vytvořit interaktivní video, ke snadnějšímu pochopení dané problematiky. Z hlediska dostupnosti jsme zvolili pro další testování tato tři prostředí:

Adobe Captivate

BB FlashBack Express

Screencast-O-Matic

V průběhu testování těchto prostředí jsme se zaměřili na:

- kvalitu snímané grafiky
- délku zpracovaného videa ve spustitelném prostředí
- omezení z hlediska použití, např. délka platnosti testované licence

Adobe Captivate

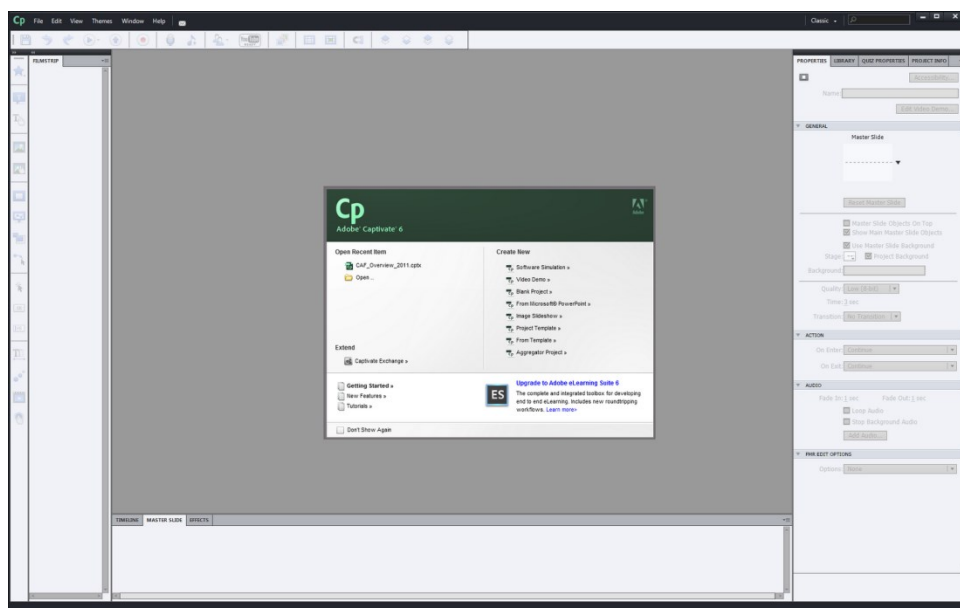
Adobe Captivate je nástroj k vytvoření interaktivní výuky. V dnešní době je k dispozici v mnoha verzích. V této práci byly odzkoušeny dvě verze.

Adobe Captivate 4

Starší verze se zdá být v mnoha případech nevhodná. Verze byla dostupná pouze 30 dnů ve zkušební verzi. Protože se jedná o produkt, který je na trhu už delší dobu, je patrná zastaralost některých funkcí.

Adobe Captivate 6

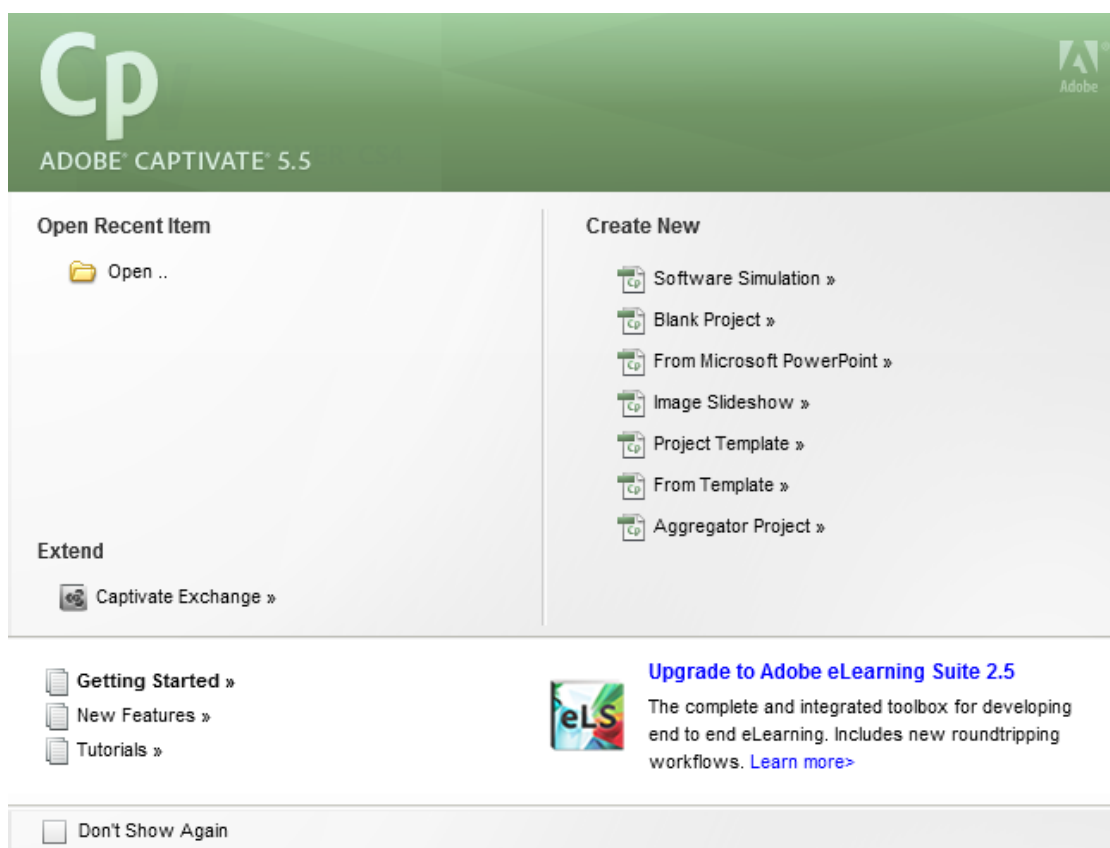
Novější verze Adobe Captivate je dokonalejší verze předchozí verze. Je lepší hlavně v grafice a vizuální stránka pro uživatele je také přijatelnější. Co se týče nahrávání novější verze, je lepší ve snímání složitějších animací a přechodů jednotlivých kroků (např. v programu Microsoft PowerPoint).



Obr. 8 - Adobe Captivate 6 [<http://melearningsolutions.com>]

Detailní popis Adobe Captivate a ukázka možností zpracování textu

Po otevření programu Adobe Captivate se objeví úvodní obrazovka, na které je vidět spousta možností ke správnému využití této aplikace. Začneme výběrem některé funkce z možností Create New:



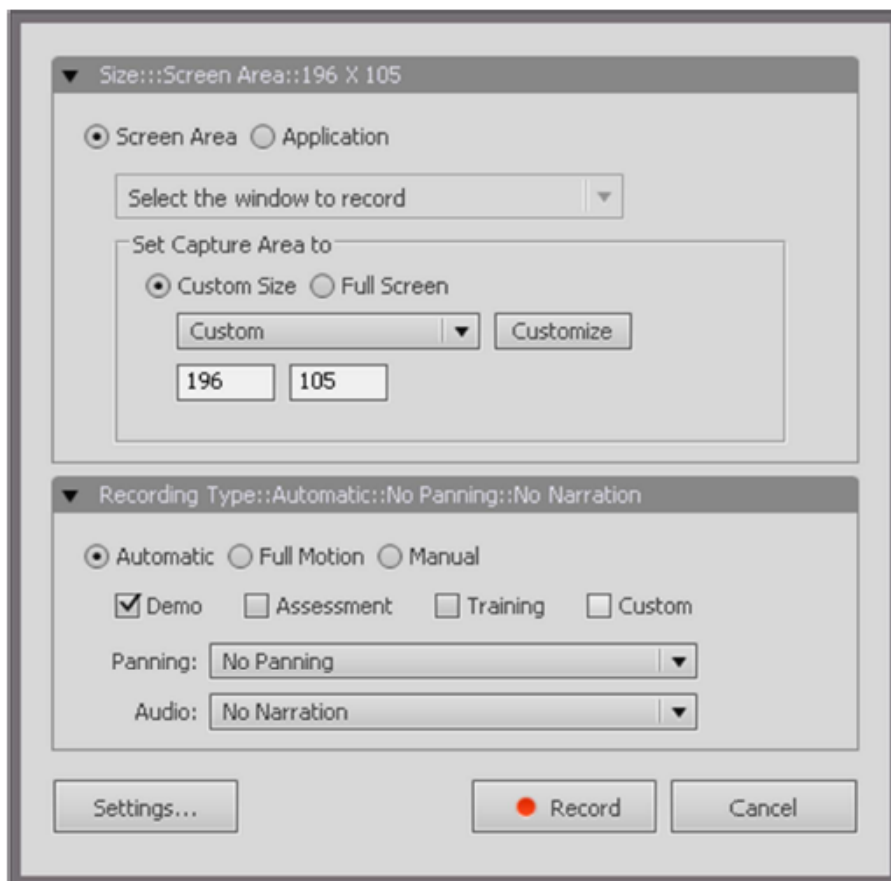
Obr. 9 – Úvodní obrazovka [Gebauer, 2011]

- Software Simulation slouží ke snímání obrazovky. Pokud si připravíme dokument, pomocí této funkce můžeme vytvořit video, které zachytí sled událostí probíhající na obrazovce.
- Blank Project vytvoří prázdný projekt vhodný k vytváření prezentace snímků po snímku
- From Microsoft PowerPoint převede soubor typu .ppt do programu Captivate
- Image Slideshow vytvoří prezentaci pomocí obrázků.
- Project Template slouží k výrobě šablon
- From Template vytváří projekt podle šablony
- Aggregator Project sloučí více projektů do jednoho, ve kterém je možné uspořádat projekty podle potřeby zobrazení

Je spousta možností jak vytvořit výukový modul. Nejjednodušší cesta vede přes funkci Software Simulation. Ale než začneme pracovat s aplikací Adobe Captivate, je potřeba si

připravit dokument, který budeme doplňovat o různé animace, editace nebo audio záznamy.

Po zvolení Create New Software Simulation nám vyskočí okno pro výběr snímání a způsobu nahrávání:



Obr. 10 – Okno způsobu nahrávání [Gebauer, 2011]

V horní části okna máme možnosti výběru snímání:

- Screen Area:
 - dovoluje libovolně nastavit velikost snímané plochy
- Application
 - snímá plochu podle automatického nastavení aplikace

Ve spodní části se nachází způsoby nahrávání:

- Demonstration mode:

Demonstrační režim, který slouží k ukázce postupů, ovšem pouze k pasivnímu sledování.

- Training mode:

Tréninkový režim se uplatňuje, pokud je žádána aktivní pozornost pozorovatele. Pokud uživatel splní sled událostí podle pokynů nastavení, bude se moci přesunout k dalšímu úkolu.

- Assessment mode:

Režim pro hodnocení je nastaven ke zjištění znalostí pozorovatele.

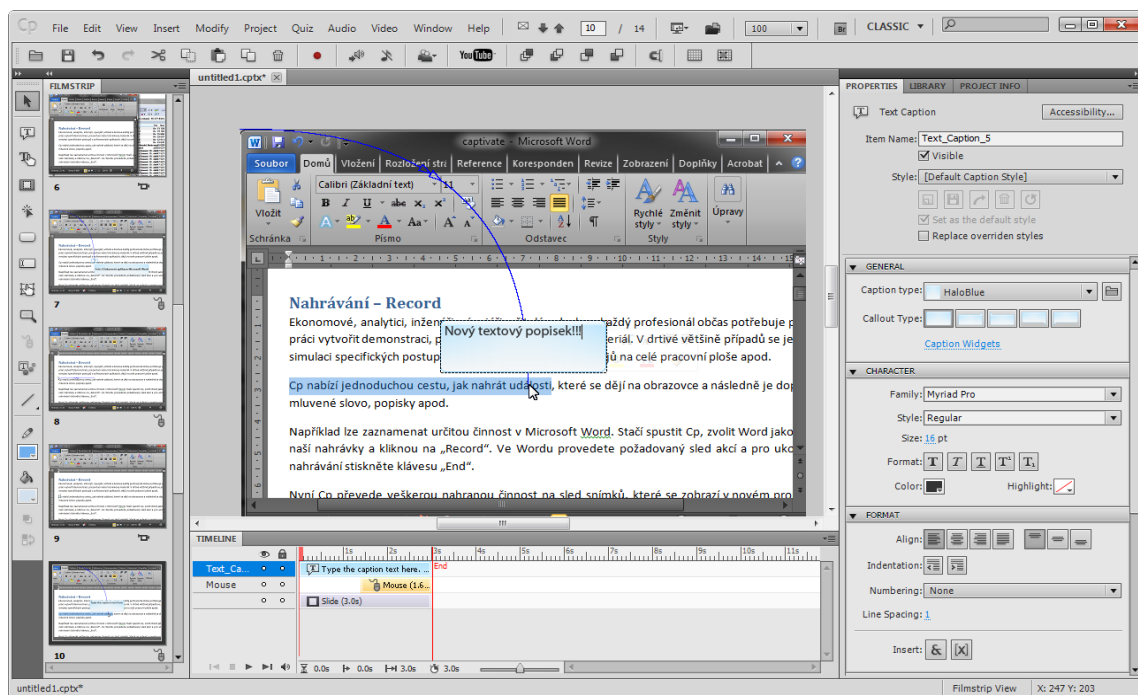
- Custom mode:

Vlastní nastavení dovoluje předešlé způsoby nahrávání zkombinovat podle potřeb navrhovatele.

Kromě automatického nahrávání lze vybrat kolonku **Full Motion recording** (Nahrávání všech událostí) nebo **Manual recording** (Ruční nahrávání)

Dalším krokem je snímací činnost, která nahrává události na monitoru. Pro dokončení nahrávání použijeme klávesu ESC nebo přepnutí do programu Adobe Captivate.

Poté se program přepne do fáze zpracování projektu. Objeví se základní obrazovka se základními panely. Vlevo se nachází sloupec jednotlivých snímků. Uprostřed máme okno, ve kterém můžeme provádět různé editace. A pod tímto oknem se nachází časová osa.



Obr. 11 – Základní obrazovka Adobe Captivate [Gebauer, 2011]

Po zpracování projektu můžeme svou práci zhodnotit díky funkci „Náhled.“

- Klávesa F3 slouží pro náhled na aktuální vybraný snímek
- Klávesou F4 spustíme náhled celého projektu
- Klávesa F8 spustí náhled všech zbývajících snímků od zobrazeného
- Klávesa F10 spustí pouze 5 následujících snímků od zobrazeného

[Gebauer, 2011]

BB FlashBack Express

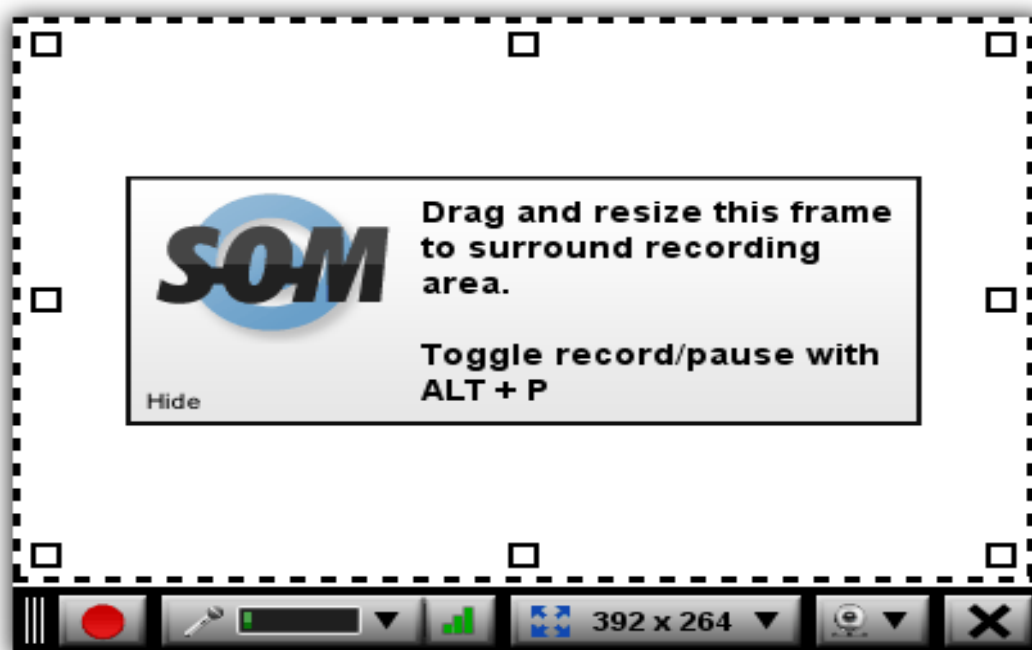
je volně stažitelný software společnosti Blueberry. Pro aktivaci je potřeba registrace, ale bez finančního zatížení. Po nahrání obrazovky je možná další úprava videa. Ovšem nabídka funkcí v úpravě videa je velmi slabá.



Obr. 12 – BB FlashBack Express [<http://bb-flashback-express.en.softonic.com/>]

Screen-O-Matic

Screen-O-Matic je volně dostupný software na snímání obrazovky. Po nahrání potřebných kroků program konvertuje nahrávku do videa typu mp4 nebo avi. Další úpravy videa však už program neumožňuje. Ve verzi volně dostupné pro stahování povoluje nahrávání pouze pro 15 minut.



Obr. 13 – Screen-O-Matic [<https://bd23.https.cdn.softlayer.net>]

4 Výukový modul pro HVAC technology

Nejefektivnější postup pro vytvoření grafiky a textu pro interaktivní výuku ohledně HVAC technologie je zpracování a zanimování pomocí programu Microsoft Office PowerPoint 2010. Zde v poznámkách stručně shrnuji text, který je namluven do projektu pomocí vhodně zvoleného programu.

4.1 Obsah výukového modulu

Obsah výukového modulu je rozdělen do výukových videí:

1. Úvod do technologie HVAC

V úvodu je seznámení se základními pojmy a definice systému a okolí systému. Podíváme se na strukturu regulačního obvodu a postupně definujeme jednotlivé bloky jako soustavu, regulátor a měřicí členy.

2. Regulovaná soustava

Dále se podíváme na regulovanou soustavu a systémy vzduchotechnické jednotky a konvektorové jednotky.

2.1 Vzduchotechnická jednotka

Rozdělíme si vzduchotechnickou jednotku na další subsystemy, jako jsou ventilátory, čerpadla a kompresory. Dále taky klapky a filtry. A rekuperátory a zvlhčovače. Ty si dále podrobněji vysvětlíme.

2.1.1 Topná a chladicí tělesa

Topné či chladicí spirály jsou připojeny k topnému nebo chladicímu systému, který je regulován akčními členy, jako jsou ventilátory, čerpadla a kompresory.

2.1.2 Klapky

Zde si probereme funkci klapek, jejich rozdělení na typy podle funkčnosti a jejich umístění pro efektivní regulaci proudění.

2.1.3 Další komponenty

Na závěr vzduchotechnické jednotky se podíváme na zbývající komponenty. Mezi ně ještě patří zařízení pro rekuperaci tepla, filtry, zvlhčovače vzduchu.

2.2 Konvektorová jednotka

Další jednotkou je konvektorová jednotka, která se skládá z ventilů, motoru pro pohon a ventilátoru na chlazení motoru.

2.3 Akční technické prostředky

Zde si ukážeme stručný přehled a vlastnosti jednotlivých akčních prostředků, které se využívají v technologii HVAC.

3. Měřicí členy

Mezi měřicí členy patří snímače teploty, tlaku, oxidu uhličitého nebo průtoku. V HVAC technologii se využívají hlavně teplotní senzory pro vzduchové rozvody nebo vodní trubky, teplotní senzory pro místnosti, senzory tlaku, senzory pro měření oxidu uhličitého a senzory pro měření výšky hladiny.

4. Regulátor

Dalším bodem je regulátor, kde si vysvětlíme jednotlivé řídicí systémy.

4.1 Systém oběhu vody

Systém oběhu vody se používá na různých typech lodí, nebo i v různých budovách, kvůli zvlhčování rekuperovaného vzduchu.

4.2 Bezpečnostní systémy

Mezi bezpečnostní systémy patří systém odsávání kouře, nouzového vypnutí nebo systém přetlaku na schodišti.

4.3 VAV systém

Se systémem Variable Air Volume, česky proměnlivého pohybu vzduchu jsme se letmo seznámili u klapek. Tady si vysvětlíme jeho funkci a jeho výhody.

5. Proces řízení

Zde si vysvětlíme proces řízení. Technické prostředky spolu komunikují vertikálně i horizontálně v hierarchii řídicí sítě. Instrumentace zahrnuje komunikaci senzorů a přepínačů, které snímají procesní podmínky, jako je teplota, tlak nebo průtok. Ty jsou připojeny přes jeden a více párů elektrických vodičů (drátových) nebo sběrníkovými systémy komunikace tzv. sběrníci. Dále si vysvětlíme komunikaci klient-server a funkci kontrolerů a aktuátorů.

6. Příklad regulace teploty

Na závěr výukového modulu uvidíme praktický příklad regulace teploty v dané oblasti. Požadavek nastavení teploty se provádí pomocí PID regulátoru.

4.2 Vlastnosti výukových videí

Na příkladech výukových modulů, viz. Kapitola 3.1, jsme si všímali grafiky zpracovaných obrázků a jejich zapracování do textu, vzhledu jednotlivých modulů ve spustitelném prostředí a členění obsahu do kapitol v rámci jednoho modulu. Z hlediska zpracování návrhu modulu a jeho realizace do výukového videa nás pak zajímal zejména počet kapitol a jejich délka, viz. Tabulka 1.

Seznam kapitol vytvořených v rámci výukového modulu, je uveden v Tabulce 2. Nejdůležitější faktor pro posluchače bude dle našeho názoru určitě délka výukového modulu, tedy doba výkladu, a při ukládání jednotlivých videí jejich velikost.

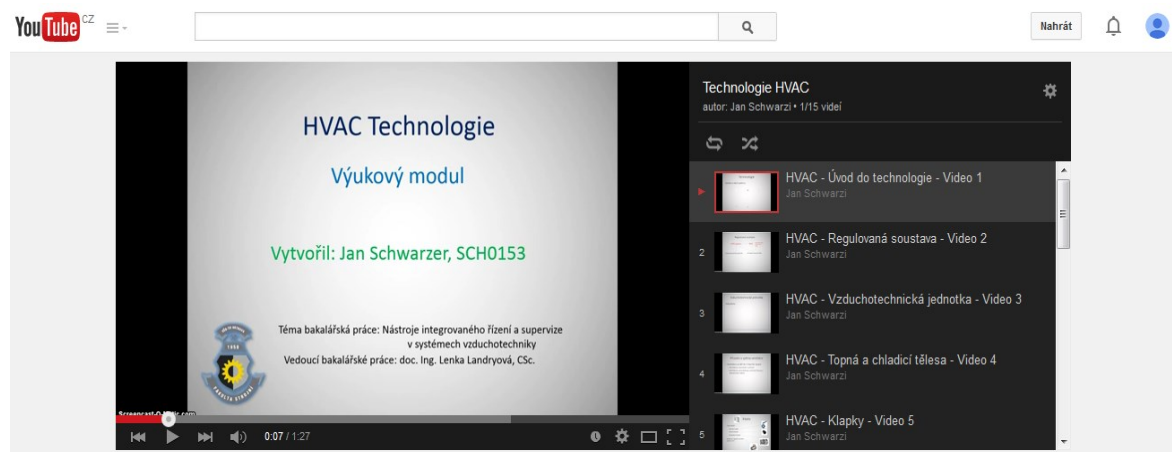
Tabulka 2 - Vlastností výukového modulu

Modul	Název	Délka [min]	Velikost [MB]
Modul 1, Část 1	Úvod do technologie	1:27	4,6
Modul 2, Část 1	Regulovaná soustava	0:41	1,8
Modul 2, Část 2	Vzduchotechnická jednotka	0:30	1,5
Modul 2, Část 3	Topná a chladicí tělesa	2:14	8,6
Modul 2, Část 4	Klapky	1:06	3,9
Modul 2, Část 5	Další komponenty	0:42	1,9
Modul 2, Část 6	Konvektorová jednotka	0:54	2,7
Modul 2, Část 7	Akční technické prostředky	2:30	7,4
Modul 3, Část 1	Měřicí členy	1:42	6,5
Modul 4, Část 1	Regulátor	0:42	2,6
Modul 4, Část 2	Systém oběhu vody	0:44	2,4
Modul 4, Část 3	Bezpečnostní systémy	1:52	5,5
Modul 4, Část 4	VAV systém	1:24	5,7
Modul 6, Část 1	Proces řízení	2:25	7,5
Modul 7, Část 1	Příklad regulace teploty	0:40	1,7
15 kapitol	Celkový součet	19:33	64,3

Z praktického hlediska poskytovatele výuky bude administrátor, školitel nebo koordinátor výuky muset řešit způsob přenášení výukového modulu na cílové uložení, ze kterého studenti budou výuková videa shlížet, případně možnosti pro jejich download nebo zabezpečení autorizovaného přístupu v případě, že by videa obsahovala firemní know-how.

5 Vyhodnocení a zpracování získaných informací od posluchačů

Pro získávání informací byl výukový modul nahrán na server youtube.com jako neveřejný seznam videí. Skupině vybraných posluchačů byl poslán odkaz na tento seznam výukových videí.



Obr. 14 – Ukázka výukového modulu na youtube.com

Pro vyhodnocení výukového modulu byl vytvořen dotazník pomocí serveru survio.com, který každý student anonymně vyplnil v průběhu sledování výukového modulu.

Dotazník Technologie HVAC

Dobrý den,

přečtěte si prosím otázky a postupně na ně odpovězte při sledování výukového modulu.

•Co jsem se naučil / zapamatoval z výukového modulu?

Napište větu

Zbývá 249 znaků

•Co mě napadlo během sledování videa ve smyslu využití získaných informací?

Napište větu

Obr. 15 – Ukázka dotazníku

V dotazníku byly položeny následující otázky, na které posluchači odpověděli svými slovy:

- Co jsem se naučil / zapamatoval z výukového modulu?

- Co mě napadlo během sledování videa ve smyslu využití získaných informací?

Na další otázky studenti odpověděli výběrem možnosti od 1 do 5 s tím, že 1 je nejlepší, 5 je nejhorší.

- Přišel Vám výukový modul vizuálně přehledný?
- Přišel Vám mluvený text srozumitelný?
- Vyhovovala Vám délka výukového modulu?

Poslední a nejdůležitější otázka z našeho dotazníku, jejíž odpověď bude uvedena v procentech, zní:

- Na kolik procent se Vám líbil výukový modul?

Posluchač na tuto otázku odpovídá stylem výběru z možností 100%, 75%, 50%, 25% a 0%.

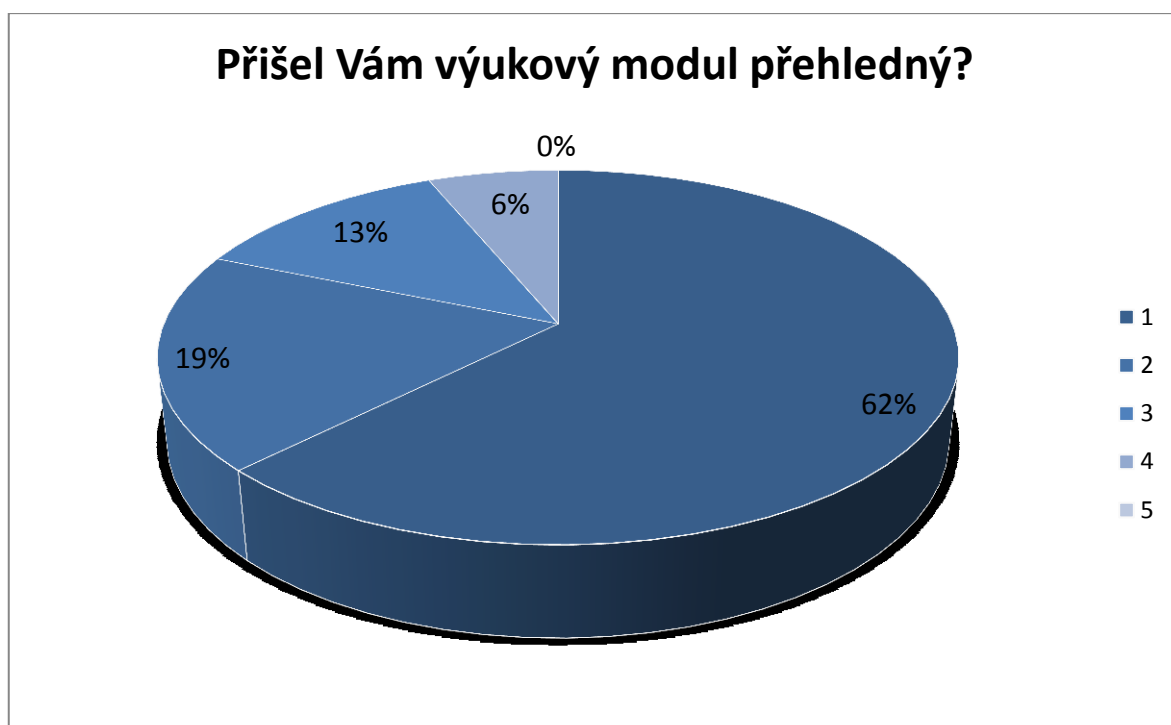
Vyhodnocení získaných odpovědí

Vybrané skupině posluchačů byl odeslán výukový modul a dotazník. Počet obdržených odpovědí dosáhl zhruba 70%.

Na první otázku bylo odpovězeno, co se posluchači dozvěděli z výukového modulu. Otázka byla zadána jako nepovinná, přesto na ni odpověděli všichni, kteří odeslali dotazník. Odpovědi ve většině případů zněly tak, že stručně vysvětlovaly zkratku HVAC a funkci systému.

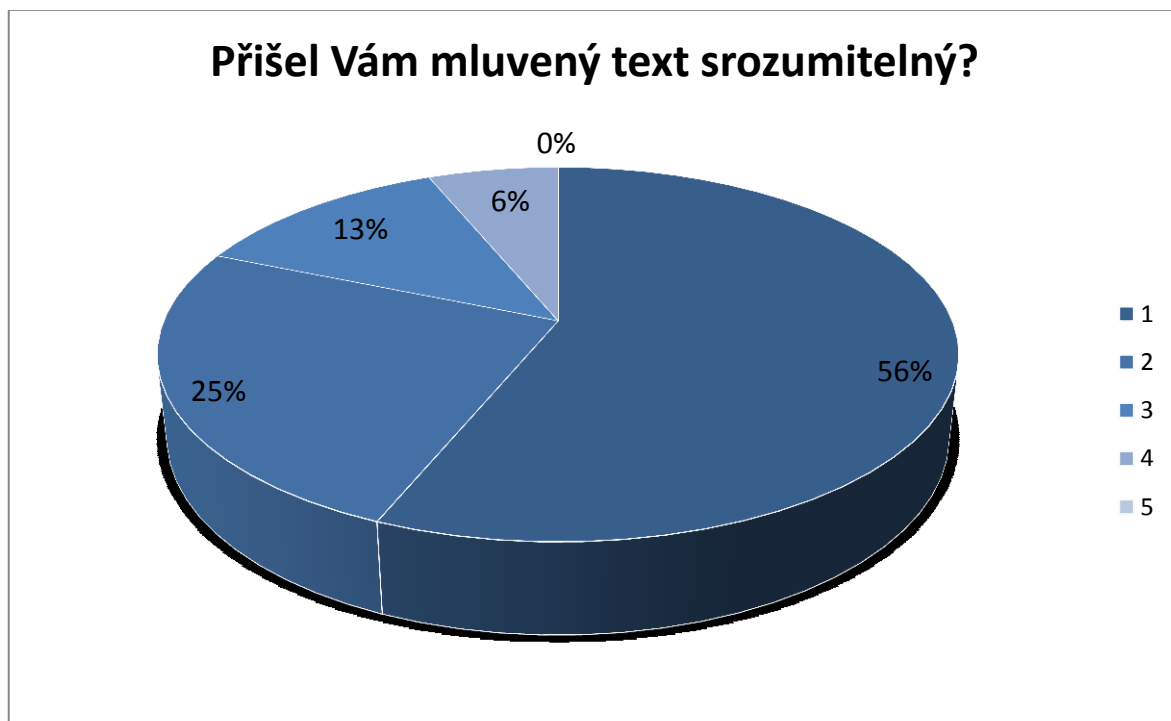
Na druhou otázku, která byla v dotazníku zadána jako nepovinná, čili mohla být vynechána, odpovědělo jen 50% dotázaných. Odpovědi byli ve stejném smyslu, a to možnosti užití v praxi.

Na další tři otázky s možností výběru od 1 do 5 s tím, že 1 = nejlepší a 5 = nejhorší, odpověděli dotázaní tak, jak je uvedeno na jednotlivých grafech:



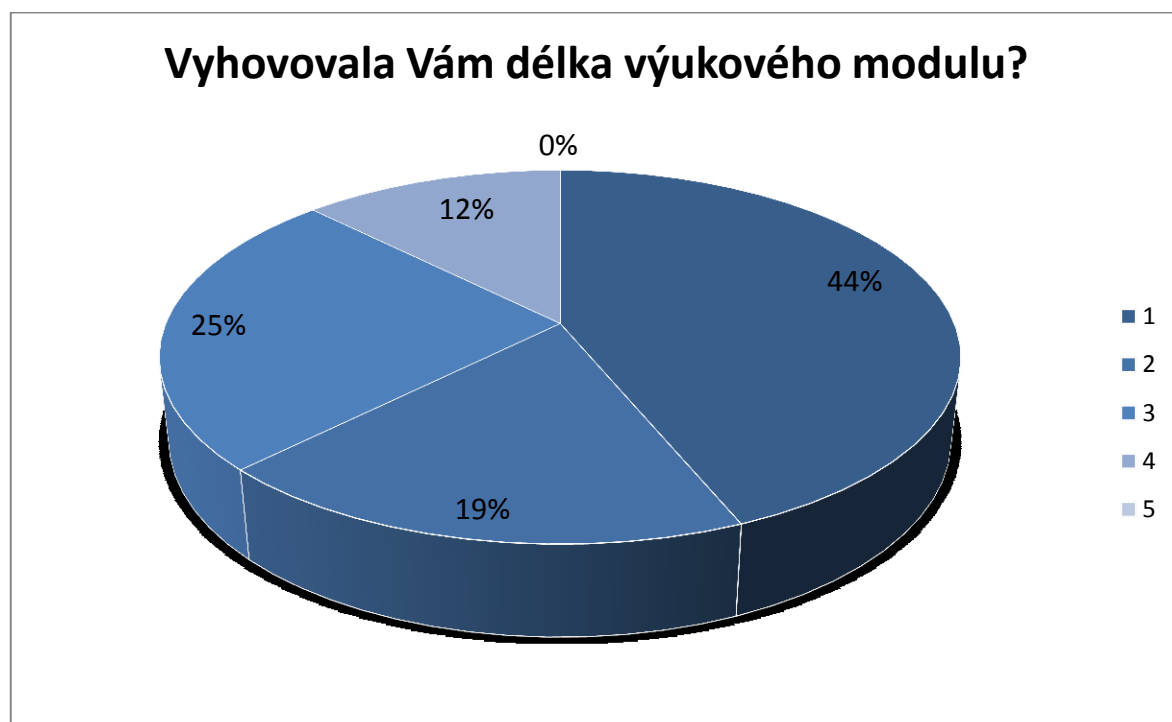
Obr. 16 – Grafické vyhodnocení otázky č. 3

Z grafu jak byl výukový modul přehledný, je zřejmé, že 62% odpovědí dosáhlo nejvyššího hodnocení. Nejnižší hodnocení nebylo uvedeno v žádném dotazníku.



Obr. 17 – Grafické vyhodnocení otázky č. 4

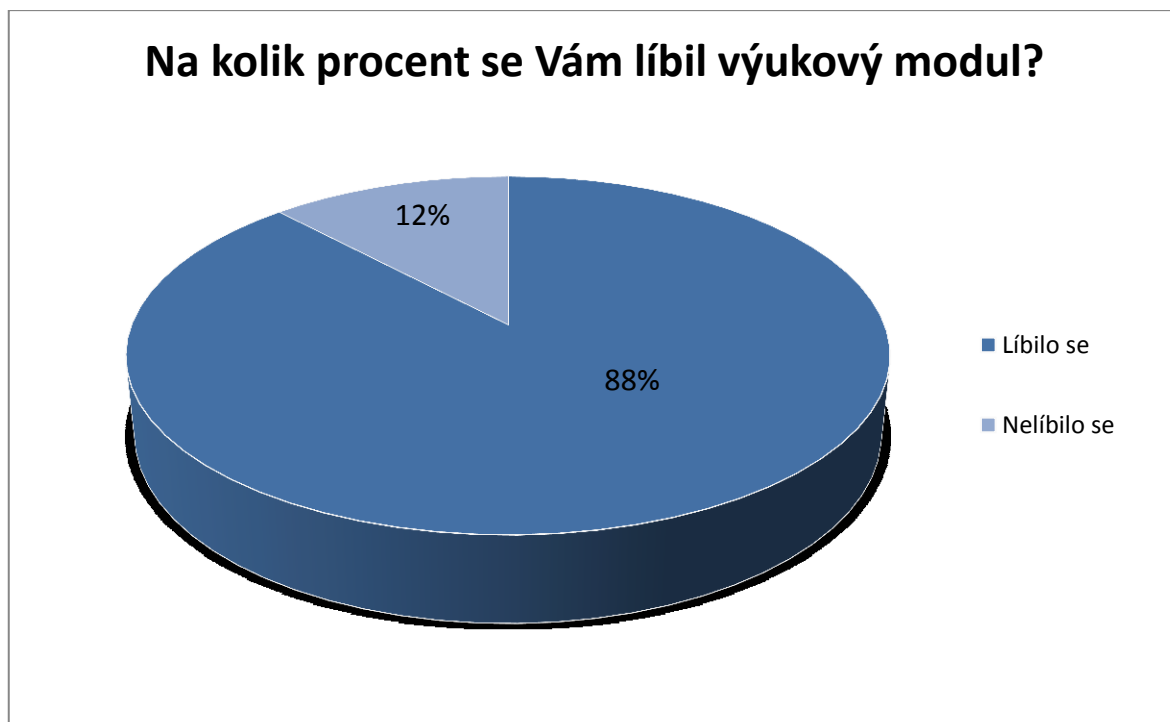
Z výsledného grafu na otázku: „Jak byl mluvený text srozumitelný, “ odpovědělo 56% posluchačů hodnotou 1, což znamená, že byli s mluveným slovem velmi spokojeni a mluvený text byl pro ně dost zřetelný. Hodnotou 5 nebyl opět vyplněn ani jeden dotazník a



Obr. 18 Grafické vyhodnocení otázky č. 5

na předposlední otázku v dotazníku odpovědělo 47% dotázaných odpovědí číslo 1, tedy že nemají připomínky k délce výukového modulu. Zbýlých 56% dotázaných odpovědělo jinak, a tudíž se jim mohl zdát výukový modul velmi dlouhý nebo naopak krátký.

Na nejdůležitější otázku, z pohledu autora výukového modulu, jestli měl výukový modul u studentů úspěch, odpovídá graf sestaven z informací získaných průzkumným dotazníkem.



Obr. 19 – Grafické vyhodnocení oblíbenosti výukového modulu

Graf je sestaven zprůměrováním všech získaných odpovědí a ukazuje, na kolik procent se posluchačům líbil výukový modul.

6 Zhodnocení dosažené práce

Odborný text případové studie byl zpracován z pohledu inženýrských znalostí a byl promítnut do úrovně studentů a posluchačů VŠ bez praktických zkušeností. Proto bylo využito zřejmých definic pro rychlejší a jednodušší pochopení problému uživatelů.

Během práce byla z případové studie HVAC technologie pro jednodušší a zřejmější vysvětlení použita syntéza systému. Byly vysvětleny základní komponenty, z nichž se podsystemy skládaly a funkce jednotlivých podsystemů.

Dále byla provedena rešerše na vybrané výukové moduly zpracované na Chalmers University of Technology ve Švédsku v rámci mezinárodního projektu FutureSME. Byly zjištěny kvalitativní a kvantitativní parametry jednotlivých výukových modulů. Pro porovnání těchto výukových modulů s naším nově vytvořeným výukovým modulem pak byla sestavena tabulka, která uvádí např. jednotlivé délky výkladu daných kapitol.

Následně bylo provedeno seznámení s programy Adobe Captivate 6.0 a Adobe Captivate 4, poté byly ozkoušeny další programy Screen-O-Matic, BB FlashBack Express. Bylo zvoleno vývojové prostředí, které nejlépe splňovalo naše požadavky, například nebylo omezeno licencí nebo kvalita snímání byla pěkná.

Byla vytvořena prezentace, doplněna o animaci pro jednodušší pochopení dané problematiky a nahráno výukové video pomocí programu Screen-o-matic, který byl doplněn o hlasový projev. Tím byl vytvořen výukový modul, který byl rozdělen do několika fází.

V poslední fázi byl výukový modul prezentován tak, že byl umístěn na server youtube.com a byl vytvořen internetový dotazník, pomocí serveru survio.com, na jaké faktory studenti pohlíží jako na výhody a na věci, které by měly být doplněny. Tyto informace byly vyhodnoceny a z dostupných informací můžeme konstatovat, že výukový modul má u posluchačů - studentů technického zaměření - úspěch.

Původní text případové studie tedy vycházel ze zkušeností a znalostí inženýrů pracujících na projektech v zahraničí a v mezinárodních týmech a byl i z tohoto důvodu zpracován v angličtině. Další postup práce na tomto výukovém modulu proto může směřovat do jeho rozšíření využívání v praxi a ve vzdělávání inženýrů formou firemních školení. Je také

pravděpodobné, že inženýři, kteří se s HVAC technologií budou chtít seznámit pro svou další práci, budou studovat původní text a projektovou dokumentaci v angličtině, a budou tedy potřebovat videa ve verzi anglického jazyka. Rozhodnutí o tom, zda bude video výukového modulu titulkováno nebo audio namluveno do angličtiny může ještě také záviset na firemním prostředí.

Seznam použité literatury

- [1] Assarlind, M. Gremyr, I. Quality Management in Small and Medium Sized Enterprises, Irish Academy of Management 12th Annual Conference, Conference Proceedings, Galway, 2009, pp. 135-138.
- [2] Chalmers University of Technology, Quality Sciences, Projekt FutureSME. 2012. [cit. 2015-5-11] Dostupný z WWW: <<http://www.futuresme.eu>>
- [3] Farana, R., Smutný, L., Víteček, A., Vítečková, M., Wagnerová, R. *Doporučení pro psaní odborných textů z oblasti automatizace a informatiky*. Skripta FS VŠB-TU Ostrava. 2008, 80 str. ISBN 978 - 80 - 248 - 1925 – 9
- [4] Gebauer J. *Adobe Captive 5.5*. Metodická příručka. Projekt CZ.1.07/2.2.00/07.0339 VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní. 2011, 27 str. [cit. 2015-5-11] Dostupný z WWW: <http://www.person.vsb.cz/cz/kurzy/Captive%205_5%20Strucny%20pruvodce.pdf>
- [8] Kadlec, D. *Podpora experimentální výuky Základů automatizace*. Ostrava: katedra automatizační techniky a řízení, VŠB-TU Ostrava, 2009. 50 str. Bakalářská práce, vedoucí: Wagnerová, R.
- [5] Kuneš, M. *Učební pomůcka pro výuku práce s Adobe Captivate*. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra technické a informační výchovy, 2011. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Hrbáček, Ph.D.
- [6] Landryová, L. *Návody ke cvičení z předmětu procesní systémy*. Učební text k předmětu „Procesní systémy“. Projekt CZ.1.07/2.3.00/09.0147 VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní. 2011. 91 str. ISBN 978 - 80 - 248 - 2765 – 0
- [7] Pawlenka M. *Případová studie: ABB – HVAC TECHNOLOGY*. Projekt OP VK CZ.1.07/2.4.00/31.0162, VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní. 2014. 54 str.

- [9] Vítečková M., Víteček A., *Základy automatické regulace*, Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, 2008. 244 s. ISBN 978-80248-1924-2

- [10] Wagnerová R., Landryová L., Integrace e-learningových prvků v inženýrském vzdělávání (Integration of E-learning Elements with Engineering Education). Proceedings of International Conference on Engineering Education and Research, International Network for Engineering Education and Research, 2007, strany 1-6,

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Lence Landryové, CSc. za odborné vedení, poskytování cenných rad a věnovanému času při konzultacích. Její zkušenosti a rady byly cenným podkladem pro vypracování mé bakalářské práce.